

Az örvénylő táplálkozásmód kialakulása a Hymenostomaták csoportjában.

4 szövegbeli rajzzal.

Irta: PÁRDU CZ BÉLA.

Bevezetés.

A Hymenostomata-véglények táplálékfelvételük módját s a táplálék minőségét tekintve kivétel nélkül mind az ú. n. „Örvénylők“-nek (MAUPAS, BÜTSCHLI) nagy élettani csoportjába tartoznak. A ragadozó véglények, amelyek közé elsősorban a legalacsonyobbrendűeknek tekintett Csillósokat, a Holotrichusok első subordájának, a Gymnostomatáknak képviselőit sorozzuk, a szó szoros értelmében valósággal vadásznak egy-egy Csillósra vagy kisebb méretű Metazoonra (Rotatoria stb.), a hártványászajú Holotrichus azonban már a víztérben diffuzusan, egyenletesen eloszlott kicsiny táplálékrészecskék, bomló szerves anyagok (detritus), kisebb algafajok, baktériumok stb. felvételére rendezkedett be, akár csak a Metazoonok vagy a legmagasabbrendű Ciliata-csoportok (Spirotricha) jellegzetes örvénylői. Amott a mozgékony ajkakkal, trichitokkal és bonyolult varsakészülékkel felszerelt száj, illetőleg annak közelebbi környezete olyan irányu differenciálódási folyamaton ment át, amely végeredményben az elejtett, megbénított vagy megölt állat biztos megragadását és fogvatartását, majd pedig kiszívását, illetőleg a hatalmas méretű zsákmánynak teljes egészében való elnyelését segítette elő. Az örvénylő Holotrichusok esetében ezzel szemben már egy állandó, erőteljes vízáram keltése és ennek megfelelő irányítása volt az a szempont, amely az alkat és szájszerkezet

kialakulásánál elsősorban érvényesült. — A hártáásszájú Holotrichusok egyrésze helyváltozás közben szűri át a vízteret, mások az aljzaton mászkálva kotorják be különleges szájszervek segítségével a táplálékot, de — amint arra a későbbiekben rámutatok — már a Csillósoknak ezen legalacsonyabbrendű ordójában is sok helyen megtaláljuk a hajlandóságot a helytülő, sessilis életmódra. A szájnnyíláshoz csatlakozó, változatos kiképződésű örvényszerv már a holotrichus fokon helyenként olyan fejlettséget ér el, hogy már egymagában is szolgálni tudja a megszürt és a táplálékrészecskékben gazdag víztömegek cirkulációin alapuló kicserélését, az állandó környezetcsereét, s így bizonyos mértékig pótolja azt az előnyt, amit a szüntelen helyváltoztatás a táplálkozás szempontjából a szervezet számára jelent.

Már az örvénylő táplálkozásnak fentebbi, csak nagy általánosságban megadott jellemzéséből is azt látjuk, hogy ez az életmód a ragadozóval összehasonlítva a táplálékfelvétel közelebbi módjának megvalósításában a lehetőségeknek jóval tágabb teret nyújt s rendkívül változatos formában nyilvánulhat meg még egy olyan kis terjedelmű csoporton belül is, aminőt a Hártáásszájúak képviselnek a Csillósok világában. Ennek az érdekes és többféle szempontból is nagyfontosságú kérdésnek minden vonatkozásában való kiderítése azonban még későbbi részletes vizsgálatoknak a feladata. A helyzet ugyanis ma az, hogy a Protistológiának ez a területe meglehetősen háttérbe szorult a morfológiai irányú vizsgálatok mellett, ami különösen azóta feltűnő, mióta az újonnan kidolgozott számos értékes vizsgálati módszer révén a Csillósok alkatára vonatkozó tudásunk olyan rohamosan mélyül és bővül. Márpedig ennek a túlzott morfológiai irányzatnak az eredményeként nemcsak az egyes véglényszervezetekről alkotott képünk lesz tökéletlen, hanem ez az egyoldalúság más téren is könnyen megbosszúlhatja magát. Nemrégiben mutattam rá pl. éppen a Hymenostomaták rendszerezésével és leszármaztatásával kapcsolatban arra, hogy egyes kiragadott szájszerveknek a funkció pontos ismerete nélkül való értékelése egészen hibás elképzelésekhez és végső következtetésekhez vezethet (1934).

A Hymenostomaták között, — tehát a Csillósoknak ebben az aránylag legjobban feldolgozott csoportjában — a szájszer-

vek működésére vonatkozóan találkozunk ugyan az irodalomban néhány elszórt, minden esetben csak egyes fajokra szorító élettani megfigyeléssel, teljesen hiányzik azonban a rendszeres, összehasonlító vizsgálat, amely a táplálkozásmódnak a szervezet egészére s az illető Egysejtű életmódjára való kétségtelenül nagyfokú formáló, módosító hatását is figyelembe venné. Kellő számú megbízható adat hiányában tehát még nagyon messze vagyunk attól, hogy akárcsak egy ilyen kicsiny véglénycsoport keretén belül is részletes és pontos képet tudjunk nyújtani a táplálékfelvétel mechanikájának a fejlődés során bekövetkező módosulásról. Ahhoz azonban már ma is elegendő támpontunk van, hogy nagy vonásokban körvonalazhassuk a táplálkozásmód valószínű fejlődéstörténetét, felismerhessük az ezt irányító főbb elveket s jellemezhessük a fejlődés eredményeként létrejött fontosabb élettani típusokat.

Úgy az alkati, mint az élettani összehasonlító természetű vizsgálatoknak természetesen csakis azonos származású (homológ) szervek között van helye és értelme. Éppen ezért, mielőtt dolgozatomban tárgyra térnék, pár szóval ki kell térnem a szóbanforgó subordó származástani kapcsolataira is. A *Hymenostomata*-alrend, amint azt más helyen részletesen kifejtettem (1934), mai keretei között és tartalma tekintetében a legnagyobb valószínűség szerint nem képez azonos származású, egyetlen közelebbi közös ősről visszavezethető, tehát phylogenetikus alapokon nyugvó természetes csoportot; különösen nem akkor, ha beléje osztjuk azokat a nemzetségeket is amelyek az újabb vizsgálatok szerint ezt a fejlődési fokot, a hártýásszájú állapotnak KAHL által megszabott kritériumát (KAHL, 1931), már szintén elérték (*Colpoda*, *Paramecium*, *Mycrothorax*). A hártýásszájúság állapotát szerintem olyan fejlődési fokozatnak kell tekintenünk, amelyet a holotrichus véglények több különböző irányú fejlődésmenet végén, különböző fokon is elérhettek. A későbbiekben *Hymenostomata* név alatt tárgyalt, vizsgálataim szerint nagy valószínűséggel közös eredetűnek minősíthető véglénycsoport ezek szerint tehát nem felel meg teljesen a KAHL-féle harmadik holotrichus subordónak. A néhány még teljesen tisztázatlan szájszerkezetű nemzetségen kívül nem vettem figyelembe egyrészt a feltűnően heterogén megjelenésű formákat (*Colpoda*,

Urocentrum, *Mycrotorax* stb.), másrészt azonban GELEI vizsgálataira (1934) támaszkodva közöttük tárgyalom a Parameciumokat tekintve, hogy ezek bonyolult kiképződésű szájszerkezetük tanúsága szerint nemcsak elérték már a hártáásszájú fokot, hanem azt a Holotrichusok között a legnagyobb tökéletességre fejlesztették.

A hypostomia és praestomium jelentősége.

A Holotrichusok csoportjában kétségtelenül a szájnak subterminális helyzete adta meg indítékot az örvénylő életmódra való áttéréshez. Valamely Prostomata a test felületén szájadzó és apicalis helyzetű szájnnyílásával örvénylő táplálkozásmodot nyilvánvalóan nem folytathat, annak ellenére, hogy az örvényszervnek a környező víztömegek kicserélésében megnyilvánuló legfontosabb feladata a közönséges motorikus csillók munkája révén, a szüntelen helyváltoztatás formájában itt is eleve adva van. A vízben eloszlott kicsiny táplálékreszcscék közelébe sem juthatnak az ovális test mellső polusát tompító csupasz környezetű szájnnyílásnak, mivel azok a száj mögött körkörösén elhelyezkedő csillók csapkodása folytán még a mellső testvég elérése előtt oldalt terelődnek s minden irányban szétoszolva siklanak hátra a csillós testfelületen. Elképzelhetően két lehetséges módja és útja volt annak, hogy a csillós szervezet a vízben diffuzusan szétosztott lebegő táplálékreszcscék táplálék gyanánt való hasznosítására alkalmassá válják. Az egyik lehetőséget a legmagasabbrendű csillós Vég-lények, a Spirotrichák csoportjában a helyt ülő *Stentor*- és *Vorticella*-félék valószínűsítették meg. A szájnnyílás itt többé-kevésbé megtárolta a test hosszanti tengelyéhez viszonyított ősi helyzetét, de felületi fekvését feladva, a mellső testvég behorpadásával kapcsolatban fokozatosan a mélybe sülyedt. A környező testfelületnek a besülyedés folytán most már praeoralis helyzetű csillózata körkörös lefutású csillózsínórokká, vagy spirális irányítottságú, propellerszerűen működő evezőlapokká, membranellákká alakult át, s így nemcsak erőteljesen örvénykeltésre vált alkalmassá, hanem a vízáramnak a mögötte következő szájnnyílásba való terelését is szolgálhatta.

A Csillósok túlnyomó része, így a holotrichus állapotot

megőrző szóbanforgó véglénycsoport is, alkatuk kiképzésénél ugyanazon cél elérésére a másik kínálkozó lehetőséget választotta. Valamennyi fejlettebb holotrichus szervezet feladta a szájni nyílás ősi, apicális helyzetét, amennyiben fajoként változó mértékben hátrafelé vándorolt. Ennek az ú. n. hypostomiás állapotnak biológiai jelentősége nyilvánvaló: a hasoldalnak a száj elé került szakasza egész terjedelmében alkalmas arra, hogy az állat a helyváltoztatás közben viszonylagosan szembeáramló víztömegek táplálékreszecskeit felfogja és a száj felé irányítsa. A további fejlődés, — ennek a száj előtti testfelületnek célszerű kihasználása — most már teljesen megfelel annak, melyet a Spirotrichák is megvalósítottak a maguk csoportján belül. A holotrichus véglényszervezet plasztikusságának és formálódó képességének tanujelét adva, a fajfejlődés során különböző irányokban mintegy végigpróbálgatja és megvalósítja azt a néhány lehetőséget, amely a szerveződésnek ezen legkezedtelegesebb, sejtekre még nem tagolódott fokán a cél elérése érdekében megvalósítható volt. Ezeknek az igazán szegényes meglévő alapokra és lehetőségekre támaszkodó próbálgatásoknak eredménye lett a Hymenostomaták változatos, és minden esetben célszerű szájszerkezeti formáinak kiképződése. Valamennyi szájszerkezeti típus lényegében két egyszerű fejlődési folyamatra, egyrészt a szájkörnyéki, főleg szájelőtti testfelület eredendően motorikus csillózatának célszerű csoportosítására, másrészt ezen testtájékoknak fokozatosan az általános testfelszín alá való sülyesztésére vezethető vissza. A praestomiumnak jelentőségét tehát nemcsak abban kell látnunk, hogy egyáltalában lehetővé tette az örvénylő életmódra való áttérést, hanem a további fejlődés, az újonnan felvett táplálkozásmódnak célszerűbb és tökéletesebb megoldása is tisztán a prae- és peristomális testfelület fokozatos kiterjedéséhez, főleg azonban a praestomium mind célszerűbb differenciálódásához kapcsolódik.

A praestomium kikülönödésének menete a fajfejlődés során állandó és fokozatos. A legszélsőségesebben differenciálódott s a legprimitívabb fokon megállapodott formák között átmeneti alakokkal mindenütt bőven találkozunk, úgyhogy az egymás után következő lépcsőfokokat képviselő véglények egy-egy nagyobb csoportján belül a táplálékfelvétel módja szem-

pontjából sem tudunk lényeges különbséget megállapítani. Az összehasonlító alkattanai vizsgálatokkal párhuzamosan végzett élettani megfigyelések azonban, amint látni fogjuk, azt mutatják, hogy a szájtölcsér fokozatos kiképződése s a szájszervek kialakulása során helyenként fontos állomások következnek, amely állapotból a fejlődés irányában megtett minden további lépés — legyen az topografiai vagy morfológiai szempontból még oly jelentéktelen is — a táplálékfelvétel mechanikája s egyben a véglényszervezet egész életmódja szempontjából gyökeres változást jelent. Tekintve, hogy az egysejtű szervezetre a mindenkorai életmód rövidesen a legmesszebbmenő módon rányomja maga bélyegét, a szájszerkezet ilyen kisfokú megváltozása nyomán is gyakorta tapasztaljuk azt, hogy a véglényeknek egy kisebb-nagyobb, a szájkörnyék kiképződése szempontjából az előző fejlődéstani lépcsőfokon maradottaktól alig különböző csoportját, már egészen újszerű külső megjelenés és életmód jellemzi. Ez a körülmény jogosít fel bennünket arra, hogy a hártáasszájú véglényeknek egyes kisebb, nagyjában azonos táplálkozásmódot folytató csoportját a többiekkel bizonyos mértékben mintegy szembeállítva, kisebb-nagyobb természetes egységekbe foglaljuk s az életmód terén megnyilvánuló közös sajátságait mint az örvénylő életmód egy-egy tipikus módosulatait jellemezhessük.

Ideális pelagikus Örvénylők, besülyesztett szájszerkezettel.

A törzs fejlődése során az életmód terén bekövetkező módosulatok egymásutáni sorrendjének helyes felismerése szempontjából szemlélődéseinket legelőnyösebb a legdifferenciáltabb Hymenostoma-formákkal megkezdennünk. Feltehető ugyanis, hogy ezek mögött már aránylag hosszú fejlődéstörténeti múlt áll; az egyenként esetleg lényegtelen, alig észrevehető azonos irányú alkattbéli elváltozások összegződésük révén itt már valószínűen olyan határozottan felismerhető módosító hatással voltak az egész szervezetre, hogy azt a legkezdetlegesebb állapottal összevetve, legalább is annyit kétségtelenül meg tudunk állapítani, hogy az örvénylő életmódhoz való szélsőséges alkalmazkodás lényegében miben is nyilvánul. Másrészt joggal számíthatunk arra is, hogy a fejlődésnek ko-

rábbi szakaszai nem mosódtak el teljesen s a bonyolultabb szájszerkezetek elemezéséből a fejlődésmenet egyes korábbi fontosabb állomásait, fokozatait kiolvashatjuk. Ilyen formák után kutatva a *Disematostoma*-, *Frontonia*- és *Paramécium*-félék csoportjánál kell megállapodnunk. Már az első felületes vizsgálat is azt mutatja, hogy a Holotrichusok közül ezek a nemzetségek távolodtak el legnagyobb mértékben az ősi *Prostoma* a-ta-állapottól.

Testfelépítésüket elemezve nyomban feltűnik, hogy a szájníylásnak jelentékeny mértékű, a *Paramécium* esetében egyenesen a test fél hosszával való hátravonulását az eredendően szabályos hosszanti sorokba rendeződött csillózatnak feltűnő és fontos módosulása követte.

Közvetlenül a szorosabb értelemben vett szájníylás előtt, egy élesen határolt terjedelmes területen, a közönséges testfelületi csillózatnak nyomát sem látjuk; ehelyett mind a három említett nemzetség esetében egyező számú és nagyjában azonos lefutású hatalmas membranellákat találunk ezen a testtájékon. Ezek a synciliáris képződmények nyilvánvalóan a közönséges testfelületi csillózatnak a fejlődés egy korábbi szakaszában bekövetkezett tömörülése és összetapadása révén jöttek létre, a mai fejlődési állapot azonban a kialakulás közelebbi módjára vonatkozóan már semmi utbaigazítást nem nyújt. A testfelületnek a membranelláktól az elülső testvégig terjedő szakaszát azonban még egyesével vagy párosával szabályos sorokba rendeződött közönséges testcsillók borítják. Irányítottság szempontjából viszont már ezek is módosultak. A *Disematostomáktól* a *Paramécium* féle haladólag a szájától jobbra-balra eső csillósorok mind nagyobb számban hajolnak elülső szakaszukkal egymás felé, hogy a szájníylást a mellső testvéggel összekötő varratvonalon egyesüljenek, maguk közé zárván ilyenformán a szájbejáraton kívül a szájelőtti membranellás testtájékot is. A szájníylás szélességében a membranellás szakasztól az elülső testvégig huzódó, és a csillósorok meridionális lefutása esetén jórészt csupaszon maradó testfelületi sávon így egy némirészt frontális helyzetű, terjedelmes és dús praeoralis csillómező áll a véglényszervezet rendelkezésére, melyet a táplálék felfogása és továbbítása szolgáltatában előnyösen hasznosíthat.

A másik szembetűnő jelenség ezeken az állatokon az ősi, simára gyalult tojásdad testalakkkal szemben, a szájkörnyéknek mélyen az általános testfelület szintje alá süllyedt helyzete. Nemcsak a membranellákkal felszerelt szakasz süllyedt be mindenütt gödörszerűen, hanem ezen tulmenőleg még azt is meg tudjuk állapítani, hogy a *Disematostoma*, *Frontonia*, *P. bursaria* és *P. caudatum*-sorrendben a horpadás a száj közvetlen környezetére is kiterjed, magával ragadva a paroralis csillósorok egy részét is, s azonfelül balesülő irányban haladva a fentebb említett frontális csillómező felé is elharapózik. A Frontoniáknál és Disematostomáknál ez a folyamat ugyan jórészt csak a membranelláknak egy mély gödörbe való süllyesztésére szorítkozik, a Paraméciumok esetében azonban a garattölcsernek ezen membranellákkal felszerelt ú. n. pharyngealis szakaszán (KAHL) túl két új szájgödri szakasznak, a vestibulumnak és a peri-, helyesebben praestomális teknőnek a kialakulásához vezetett.

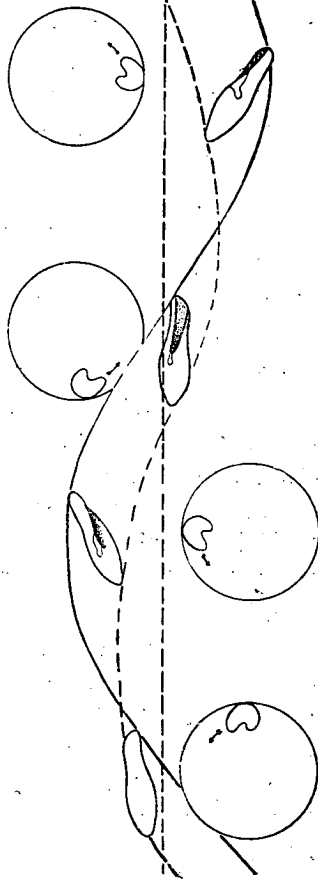
A szájkörnyék felépítésének ezen vázlatos taglalása után nézük már most, miben nyilvánul ennek a kettős folyamatnak eredményeként kiképződött alkatnak és szájszerkezetnek élet-tani jelentősége. Ki kell emelnünk elsősorban azt a fontos körülményt, hogy a táplálék sodrására és irányítására hivatott szájszervek (szájgödri membranellák, frontális csillómező) kivétel nélkül mind praeorális helyzetűek s így működésükkel egyuttal a helyváltoztatást is szolgálják. Másrészt a szervezet az eredendőleg tisztán a helyváltoztatás céljaira megteremtett közönséges motorikus csillóinak munkáját is a táplálkozás szolgáltatába állíthatja, mivel a mozgás egyuttal új, táplálékban gazdag környezetet is jelent. A nutritorikus és motorikus csillózat között lévő fentebbi viszony a szóbanforgó véglényeket arra képesíti, hogy a magasabbrendűek sessilis Örvénylőivel szemben a szervezet természetes helyváltoztatását is a táplálék-részecskék felfogására használja fel; lehetővé teszi tehát ez a szájszerkezet a haladó mozgás közben, az azzal kapcsolatban lejátszódó táplálékfelvételt. A valóság csakugyan az, hogy a *Disematostoma*-, *Frontonia*-, és *Paramecium*-csoport valamennyi tagja mozgás közben veszi fel a táplálékot. Ezen nem változtat az, hogy a két első nemzetség egészében, valamint egyes *Paramecium*-fajok is, mint a *P. bursaria* bizonyos mér-

félig mégis az aljathoz vannak kötve a táplálékfelvétel idején. A *Frontonia*-, *Disematostoma*-félék esetében pl. elég gyakran figyelhetjük meg az ú. n. ingaszerű mozgást. Ilyenkor az állat váltakozva negyedfordulatot balra, negyedfordulatot jobbra téve, közben a hasoldalát állandóan lefelé fordítva, közvetlenül az aljzat felett siklik tova. Máskor meg a *P. bursariával* együtt előszeretettel mászkálnak különböző vízi tárgyakon, vagy felületi hártya alsó oldalán. Ilyenkor a szájvitorlák s praestomális csillózat segítségével lesodorják, sőt egyenesen lekaparják a vízi tárgyakra letelepedett, számukra mintegy összesűrített szerves táplálékrészecskéket. Időnként azonban felkerekednek és szabályos fúró-forgó mozgással száguldoznak a víztérben. A táplálék felvétele valószínűleg ilyenkor sem szünetel, ez a táplálékozásmód azonban főleg a két első nemzetséget illetően nem lehet valami hozamos, hiszen a garattölcsérbe alig tévedhet be néhány vízben lebegő táplálékrészecske. Egészen más azonban a helyzet a Paraméciumok, elsősorban a caudatum-typusúak esetében. A szájnyílás itt már a test középső táján, sőt kissé még hátrább tolódva foglal helyet, a csillózatnak a száj elé eső része tehát az egész mellső testfélre kiterjed. Másrészt a száj környéki sülyedés itt már elérte legmagasabb fokát s kialakult a praestomális szájteknő. Ez a kettős irányú fejlődési folyamat végeredményében lehetővé tette azt, hogy a véglényszervezet mozgás közben, a saját testfelületén sűrítse meg a víztérben lebegő táplálékrészecskéket, a Paramécium tehát lassanként függetleníthette magát az aljzattól.

A közönséges ázalékállatka szabad vízterében, nem akadályozott mozgás esetén többnyire balra irányított csavarvonalas pályán halad előre (I. JENNINGS, ALWERDES), oly módon azonban, hogy egyrészt az elülső testvégnak mindig nagyobb a csavartengelytől való állandó távolsága, mint a hátsónak, másrészt pedig, mivel az állat egy teljes csavarmenet megtétele közben pontosan egyszer saját tengelye körül is megperdül, mindig ugyanazt az oldalát, a hasoldalát, fordítja a csavartengely felé. Mivel azonban a hasoldalával állandóan befelé tekintő állat hossz tengelye előrefelé a csavarpálya tengelyével többé-kevésbé állandó hegyesszöget képez, nem csupán a testfelület terminális szakasza, hanem a mellső testfél egész hasoldali

felülete is állandóan új, táplálékrészecskékben gazdag víztömegeknek ütközik.

Ennek az ütközőfelületnek gazdaságos kihasználását még jobban fokozza a fentebb említett praestomális teknő lefutási irányának a csavarvonalú mozgáshoz való célszerű alkalmazkodása. A szájelőtti horpadás ugyanis a garattölcsérhez annak jobbra (a testen a bal testszél felé) kanyarodó elülső nyulványaként csatlakozik, lefutása tehát éppen merőleges a mozgáspálya csavarulatára. Az egész szájgödri készüléket a test belsejébe mélyedő olyan tölcsérnek tekinthetjük, amely egyrészt csavarulatában jobbra előre bukik, s elülső bal pereme másrészt fokozatosan kiszélesedve még a mellső testvégig is kihuzódik. Az állat tehát a vízben lebegő táplálékrészecskék kihasználására az egész mellső testfelét a lehető legnagyobb ütközőfelületnek képezte ki. Miközben ugyanis szabályos fúró-forgó mozgását végzi, a tölcsér öblével állandóan mintegy beleszippant a víztérbe. A *Paramecium* alakát legtalálókban úgy jellemezhetjük, hogy a beléje vágódó peristomális csatorna révén egy jobbra csavarodó fúrot utánóz, de a táplálékfelvétellel idején éppen ellenkező irányban, tehát jobbról balra forog. Ebből a megállapításból viszont az következik, hogy — szemben az általánosan



1. ábra.

A *Paramecium* balracsavarodó mozgáspályájának vázlatos rajza. Magyarázat a szövegben.

elterjedt felfogással — a *Paramecium* tökéletes fúró-kanalat utánzó alkata nem a közegellenállás csökkentése, hanem a táplálékfelvételnek a helyváltoztatás közben való lehetővé tétele érdekében képződött ki. A *Paramecium* szájteknőjé-

nek kialakulása ezek szerint fontos bizonyyságot nyújt számunkra abból a szempontból, hogy a testfelületi csavarmenetes alkat kiképződésénél nem csupán mozgásmechanikai tényezők érvényesülhettek. A torzio nem szolgálja föltétlenül minden esetben a mozgásformának megrögzítésével a helyváltoztatásnak az érdekét, hanem — amint azt más helyen részletesen kifejtettem — igen gyakran a szájnylással kapcsolatban, a táplálkozás érdekében képződik ki s minthelyen e különleges követelményekhez alkalmazkodva (maximális ütköző, felfogó felület biztosítása) minden esetben eleve a helyváltoztatást egyenesen gátló, mert azzal éppen homlokegyenest ellenkező csavarmenet formájában jelentkezik. Viszont ezeknél az állatoknál az ellenkező, tehát a test csavarulatával megegyező forgásirány — ha a táplálék felvétel szempontjából kevésbé előnyös is — azonos erő kifejtéssel természetsszerűleg jóval gyorsabb helyváltoztatást tesz lehetővé.

Az Ázalékállatka peristomájának ütköző táplálékrészecskéket a csillók a szájgödör irányában seprik tovább. A testfelület rendkívül változatos, általánosságban spirális lefutású csilló hullámai (L. GELEI 1927) itt ugyanis akként módosulnak, hogy a peristomium és vestibulum baloldali csillóinak aktív csapása mindenkor a szájgödör felé irányul. A vestibulumból a hasznosnak talált táplálék az endorális membrana, a peniculus és membrana quadripartita csapkodása következtében végezeti a szájgödör oesophageális szakaszába, az emésztőodu képződési helyére kerül, amely irányítotttság szempontjából természetsszerűleg a peristomális teknő jobbra tartó csavarulatának folytatását képezi. A ki-selejtezett törmelék a jobboldali vestibuláris csillóknak, majd a poststomális közönséges csillóknak a működése révén a száj mögött spirális pályán síklik végig nagyjában az állat hasoldalán.

A Paramécium táplálkozás-mechanikáját tanulmányozva, szükségszerűen arra a következtetésre kell jutnunk, hogy ez a holotrichus véglény-szervezet alkatának és száiberendezésének célszerű kiképzésével a táplálékfelvételt a helyváltoztatással párhuzamosan, azzal tökéletes



összhangban oldván meg, az Örvénylőknek ideális (pelagikus) típusát valósította meg. Nemcsak a motorikus csillók munkáját tudja jól értékesíteni táplálkozása közben, hanem mivel a mozgó állat peristomájába ütköző víztömegek kifogyhatatlanul szállítják az újabb és újabb lebegő táplálékrészecské-tömegeket, a szájszervek egyik főadata az örvénykeltés munkája itt szinte feleslegessé válik és szerepük csupán az eléjük tált táplálékrészecskék száj felé való továbbításában merül ki. Ezt a megállapítást nem gyengítheti azon tapasztalat sem, hogy állatunk előszeretettel keresi fel a detritustörmelék- és baktériumhalmazokat, amikor is testszűrőinek működését beszüntetve, tigmotaktikusan egy helyben megtelepedve „legel” (vagyis csakis a teknőjében tart fenn sodrást), továbbá, hogy sokszor az alga-, vagy gombafonalak között ide-oda bujkálva, avagy — amint azt különösen a *P. bursaria* esetében látjuk — olykor az aljazaton mászkálva keresi táplálékát, amikor is a szabályos fúró-forgó mozgáshoz alkalmazkodott szájszerkezetének különleges hasznát nyilvánvalóan nem látja. A helyzetet úgy kell felfognunk, hogy a Paramécium, bár nem az aljazaton mászkáló életmódra van teremtve, szájszerkezetének felépítése nem zárja ki azt, hogy alkalomadtán, vagy kényszerhelyzetben az említett módokon is ne vehessen fel táplálékot.

Az eddig tárgyalt hártványos végtagcsoporthoz tartozó szemlélődésünk befejezéséül megemlíthetjük még azt, hogy az egyes fajokra és nemzetségekre jellemző életmód nem pusztán a szájkörnyék kialakulására nyomta rá a bélyegét, hanem az általános testalkat kiképződésében is kifejezetten érvényre jut. Ha ugyanis a szabad, pelagikus életmódot folytató, karcsú és megnyult formájú *P. caudatum* testének hátul szabályos kört formáló keresztmetszetét egybevetjük a bizonyos fokig még aljzathoz kötött *P. bursaria*, főleg azonban a Frontoniák és Disematostomák zömök és háthasi irányban összenyomott testével, a szembevetően jelentkező különbséget kétségtelenül a táplálkozásmód által befolyásolt életmód, vagyis itt a rendszeresen legelő életmód alakító hatására kell visszavezetnünk.

Összefoglalva eddigi fejtegetéseinket, megállapíthatjuk azt, hogy a legszélsőségesebben kikülönödött *Hymenostomata*-

Örvénylők — a szájnylás subterminális helyzetétől eltekintve — főként két szempontból különböznek az ősi prostomiás typusu holotrichus szervezetektől. Egyrészt ezen a fokon már egy hatalmas előrefelé tekintő jobbra-előre kihúzott tölcser képződött ki a mellső hasoldali testfelületen a szájkörnyék besülyedése révén, másrészt a primitív fokon homogén csillózat módosult oly módon, hogy közvetlen a száj előtti testfelületen hatalmas membranellákba tömörült, a száj mellett elfutó csillósorok pedig praeorálisan, varratosan egyesültek s így dús, frontális mezőt hoztak létre.

A *Disemetostoma*, *Frontonia*, *P. bursaria*, *P. caudatum* irányában végigkísértük mindkét folyamat befejező szakaszát és megállapítottuk, hogy a szájgödör legkülső és egyben utolsó (vestibuláris és praestomális) szakaszának kiképződésével, továbbá a frontális csillómező fokozottabb kiterjedésével kapcsolatban a holotrichus véglényszervezet olyan életmód-megváltozáson ment át, amely az aljzaton mászkáló alakoktól a vízben szabadon száguldozó Paraméciumig vezetett. Kitűzött feladatunknak, tehát az összes Hymenostomaták táplálkozás módjának megismerése érdekében, most már olyan hárttyásszájú véglényeket kell keresnünk, amelyek ezen fejlődési állapot korábbi lépcsőfokainak megtestesítőiként szerepelhetnek. A prostomiás Holotrichusok és a legdifferentiáltabb Hymenostomaták között átmenetet képező azon véglénycsoport életmódját kell tehát tanulmányoznunk, amelyen belül a Paraméciumon megismert szájgödör belső, pharyngeális szakaszának és esetleg a frontális csillómező kialakulásának első nyomainak jelentkeztek.

Külső szájvitorlával felszerelt, pelagikus és sessilis Örvénylők.

A Hárttyásszájúak között körültekintve egy nagyobb, az alkat és élettani vizsgálatok szempontjából eddig meglehetősen elhanyagolt véglénycsoport tűnik szemünkbe, amelynek tagjai külső megjelenésükben semmiben sem emlékeztetnek a Paraméciumokra, s ennek megfelelően itt egészen más elvek alapján megy végbe a táplálék felvétele is. A különbség bizonyos nemzetségek esetében nemcsak hogy nagyfokú, hanem egyenesen olyan természetű, mintha a két cso-

port tagjainak alkatát s főleg szájszerkezetét jellemző bélyegek alternatívákként állanak egymással szemben. A *Philasteridae*-, *Lembidae*- és *Pleuronematidae*-családok csaknem valamennyi nemzettsége tartozik ezen hártáysszájú Örvénylők közé, s összeségükben egy másik nagy, az előbbivel élesen szembeállítható élettani csoportot képeznek.

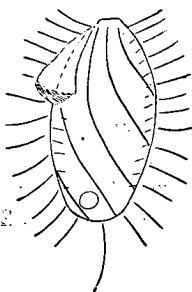
Szájszerkezetüket illetőleg talán legfeltűnőbb a szájkörnyéknek be nem sülyedt állapota. A testfelületnek a táplálkozás érdekében módosult szájkörnyéki, illetőleg szájelőtti szakasza itt teljes terjedelmében csaknem egy szintben van a környező testfelülettel s úgyszólván csak a csupasz, oesophagusnak (lásd KAHL) minősíthető szakasz mélyed gödörszerűen a test belsejébe. Ha a Paraméciumnál a szájkörnyéki *praeoralis* csillófelszerelés fejlettségét emeltük ki s ennek a körülménynek élettani jelentőségére mutattunk rá, itt annak éppen az ellenkezőjét kell megállapítanunk. Amellett, hogy teljesen hiányzik valamelyes peristomának és vestibulumnak minősíthető szájelőtti és szájkörnyéki horpadás, ezen testtájékok funkcionális előfutárjának, a közönséges testcsillók száj elé görbülő soraiból kiképződött *praeoralis* csillómezőnek sem találjuk semmi nyomát: a csillósorok elérik mindkét pólust, tehát mindegyikük szabályos, meridionális lefutású, mint a Prostoniásoknál. A Paramécium szájgödörének oesophageális szakasza előtt, GELEI nyomán, egy kettős hatalmas membranella-csopórtot, a 8. ill. 4—4-csillósorból álló peniculust, s a négyosztatú membranát tudjuk megállapítani, a *Cyclidium* szájkörnyékének megfelelő szakasza ezzel szemben csaknem teljesen csupasz, amennyiben a membranellák helyén csak néhány gyéren álló magános csillót találunk. Annál feltűnőbb a *paroralis* csillózatnak a Holotrichusok csoportjában sehol másutt nem tapasztalt erőteljes kiképződése. A szájniylást ugyanis jobboldalról egy hatalmas, az elülső testvégtől kiinduló s a száj helyzetétől függően a test $\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{4}$ -részéig terjedő ú. n. szegő membrana kerüli meg oly módon, hogy proximális vége a száj megkerülése után annak másik oldalán fajoként változó mértékben ismét előre kanyarodik (3. ábra). A szájgödörnek oesophagealis szakasza tehát a szegőhártya ezen alsó, zsebet képező íves görbülete folytatásában található. Tekintettel arra, hogy a szájkörnyéki testfelület nem sülyedt a Paraméciumhoz

hasonlóan a mélybe, az unduláló membrana szájmögötti kanyarulatával együtt egész hosszában, a testfelület szintjéből emelkedik ki s magassága igen sok esetben a test szélességét is meghaladja (*Cyclidium*, *Cristigera*, *Ctedoctema*, *Pleuronema* stb.) (l. 3 ábra).

A felsorolt különbségek ellenére a *Pleuronematida*-félék általános testfelépítésének főleg szájszerkezetének, továbbá életmódjuknak beható tanulmányozása után arra a következtetésre kell jutnunk, hogy ezek a kicsiny termetű s külső megjelenésük alapján a Hymenostomaták többségéhez képest látszólag heterogén eredésű Csillósok, a *Paramecium*-félék, mint legszélsőségesebben differenciálódott Hártyásszájúak egyenesvonalú elődjeinek, s egyben a módosított értelemben vett Hymenostomata-véglénycsoport legprimitívebb alakjainak kell tekintenünk. Több átmeneti alak felkutatása után világossá váltott előttem, hogy a *Pleuronematida*-félék eddig peristomának minősített szájelőtti testfelülete fejlődéstanilag voltaképen a Paramécium pharynx-ával közös eredésű testtájék, azzal a különbséggel, hogy a szájgödörnek ez a szakasza itt még csaknem teljes terjedelmében a testfelület szintjének magasságában van; a pharynx gödörszerű besüllyedése s az azt successive követő szájgödri szakaszok, a vestibulum és peristoma viszont, származástanilag egészen fiatal keletű, későbbi szerzemények. Homológoknak tekinthetünk a pharyngealis testtájékon belül mindennemű kikülönödést és képződményt, így a Hártyaszájúak legfontosabb és legjellemzőbb szájszerveit is, még pedig abban az értelemben, hogy a *Cyclidium praeoralis* haránt csillósorai a Paramécium peniculusának és négyosztatu membranájának fejlődéstörténeti kezdeménye, a Paramécium endoralis membranája pedig a *Cyclidium* hatalmas szájvitorlájának jelentőségét veszített, csökkenyes maradványa (1932).

Amilyen döntő befolyással volt a Paramécium alkatára és életmódjára annak a körülménynek, hogy a táplálékrészecskének a felfogását és a száj felé való irányítását tisztán a besüllyesztett mellső testfelületnek praeoralis helyzetű csillófel-szerelésével tökéletesen meg tudta oldani, ugyanakkora jelentősége van az említett szempontból a *Pleuronematida*-féléknél azonos szerepet betöltő szegőhártya, a testfelület szint-

jéhez és a szájnýíláshoz viszonyított homlokegyenest ellentétes helyzetének. Ebben az esetben is érvényesül az az Örvénylőkre általánosan jellemző törekvés, hogy a vízben diffúzusan szétosztott táplálékrészecskék összesűrítése érdekében minél nagyobb felfogó felületet (fogókészüléket) képezzen ki az állat. Míg azonban a Paramécium esetében — amint láttuk — a praestomális, csatornaszerűen besülyedt és különleges csillózat-tal felszerelt testfelület alkot a maga egészében egy elsősor-ban helyváltoztatás közben hasznosítható felfogó felületet, a Cyclidium és rokon fajoknál a száj és a szájelőtti testfelület még nem sülyedt be s csaknem teljesen csupasz. Hiányzanak a hatalmas szájgödri membranellák, de a csillósorok összehaj-lásából csillómező sem képződött még ki a száj előtt. A táplálék felfogásának és továbbításának feladata tehát itt nem oldódhatott

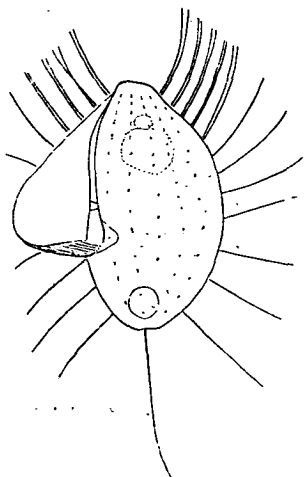


2. ábra.
Félvázlatos rajz élő *Cyclidium ob-*
liquum-ról, rögzített és élő állatok
alapján. 2000 X.

meg a frontális csillómező, általában a praeoralis testfelület ki-használásával. A természet a szájszerkezet kiképzésénél itt egye-lőre egy másik, az előbbivel éppen ellenkező lehetőséget volt kény-telen megvalósítani azzal, hogy a szegőmembrana képében a száj mögött s egyuttal föléje borulólag egy, a testfelület szintjéből messze kiemelkedő és az állat forgási irányában öblével előre felé tekintő szájvitorlát feszített ki. (2. ábra).

Önmagában véve bármennyire tökéletes és céljának meg-felelő legyen is egy ilyen elvek alapján felépített szájszerkezet, a Paraméciuméval összehasonlítva megvan az a hátránya, hogy egy bizonyos fejlettségi fokon túl, működése közben a motorikus testcsillók munkáját nem hasznosíthatja. A *Cyclidium obliquum* még pelagikus életmódot folytató lény. Szabályos, jobbra csavarodó fúró-forgó mozgást végez s közben a száj fölé boruló s azt jobboldalról megkerülő kicsiny száj-

vitörájával szüntelenül kanalazza a viztérben lebegő szerves törmeléket. Egyik irányú fejlődés ezen *Cyclidium*-faj által megvalósított és valószínűen legprimitívebb hártýásszájú állapotból abban nyilvánul, hogy a szegőhártýa fokozatosan megnövekszik s proximális vége mind nagyobb mértékben kerülí meg alulról a szájgödör bejáratát. Minél méreteesebbé válik azonban a fejlődés során a szegő membrana, annál nagyobb gátat vet — főként alsó zsebszerű kanyarulatával — a helyváltoztató mozgásnak. Innen van az, hogy a legtöbb Pleuronematida esetében a helyváltoztatásnak és az örvénylő táplálkozasmódnak eredendően szerencsésen egymáshoz kapcsolt életfolyamatai elváltak egymástól. Az állat



3. ábra.

Szétterpesztett csillóival az aljzaton pihenő *Cyclidium glaucoma*, a kifeszített, hatalmas szájitörájával. 2000 X.

száguldozása közben a szegőhártýa rendszeresen lecsukódva a testhez simul, mégpedig az állatot mozgásállapotban megdermesztő festőeljárások tanúsága szerint oly módon, hogy egyuttal az oesophagus bejáratát is elzárja, s így mindenképpen lehetetlenné válik helyváltoztatás közben a táplálékfelvétel(!). Csak ha az állat mozgását előzőleg beszüntette s szétterpesztett csillóival magát az aljzatra vagy a víz felületi hártýájára lehorgonyozta, lehet szó a táplálékfelvételről. Ez esetben az elülről hátrafelé haladólag lassanként kibontakozó szegő hártýa egy idő mulva erőteljes hullámzó mozgásba kezd, s az ily módon keltett vízáramot az egyuttal szabadabbá lett oesophagus bejárat felé is irányítja, amely feladatban a gyér praeoralis csillózat is

segítségére van. Amint azonban a letelepedett állat csillóit valami külső ingerhatás éri, hirtelen nekiiramodásával egyidejűleg a szájvitorla is lecsapódik: a táplálékfelvétel tehát ismét szünetel (3. ábra).

Az előbbieket szerint, az ott tárgyalt példát a *Pleuromatida*-félékre általánosítva, a szájszervek és testfelületi közönséges motorikus csillók összességének működési állapota között a koordinációnak az a különleges módja valósult meg, mikor az egyik szervrendszernek a működése a másíknak megbénítását váltja ki. Feltehető, hogy az ilyen természetű kölcsönhatást csak olyan különleges ingerületvezető pálya teheti lehetővé, amely egyrészt egyszerre valamennyi testcsilló, másrészt pedig az összes szájszervek között tud gyors, közvetlen kapcsolatot teremteni. Az *Uronema* esetében már régebben rámutattam arra, hogy ennek a feltevésnek megvan a cytologiai alapja. Az állat ingerületvezető pályáit ismertetve (1934) hangsúlyozottan kiemeltem, hogy egyetlen ezüstvonal, az iránymeridiánusnak ingerületvezető szála, egyrészt valamennyi szájszerv beidegzését maradék nélkül ellátja, annak másrészt ugyanakkor valamennyi csillóközi vezető rosttal is közvetlen kapcsolata van, amennyiben disztális szakasza egyuttal ezek alsó, cirkumpoláris kapcsolatát képezi. De nemcsak az *Uronema*-n, hanem a szóbanforgó véglénycsoport neurologiai vizsgálatoknak eddig alávetett valamennyi nemzetségén (*Cyclidium*, *Lembus*, *Cristigera*, *Ctedoctema* stb. is) megkaptam a szájvitorlák és csillók között ezt a közvetlen kapcsolatot s így mindenütt meg van annak a morphologiai lehetősége, hogy két különböző életfolyamat szolgáltatában álló szervrendszer között, az említett értelemben, összhangzatos együttműködés váljék lehetővé.

A viztérben pihenés nélkül száguldozó, testcsillóival örökösen csapkodó Örvénylőkkel szemben tehát már a *Holotrichusok* csoportján belül találkozunk olyan véglényekkel, amelyek átmenetileg a táplálékfelvétel idejére letelepedésre kényszerülnek, s így, életmód szempontjából már átmenetet képeznek a magasabbrendű Csillósok (*Spirotricha*) tipikusan sessilis képviselői felé. Már most ahogyan a *Paramécium* alkatára, amint láttuk, a vagilis örvénylő táplálkozásmód nyomta rá bélyegét épp oly messzemenőleg alkalmazkodott az alkat ebben az élettani csoportban a sessilis táplálkozásmódhoz.

Az elmondottakon kívül még a szájkörnyékkel kapcsolatban is több olyan jellegzetes kikülönödéésre és képződményre mutathatunk ugyanis rá, ami világosan amellett szól, hogy ennek a félig-meddig helytülő életmódnak az érdekében a szervezet messzemenően módosult. Itt csupán az oesophagus-csőnek teljesen szokatlan, a test hosszanti tengelyére merőleges, vagy épenséggel szarvmódjára előrefelé görbülő helyzetét, továbbá a *Cyclidium*- és *Cristigera*-félék szájbejáratával egy magasságban, de attól jelentékeny távolságban balra kiképződött kicsiny parorális szájvitorlát említem meg. Mindkét képződménynek elhelyezkedése teljesen értelmetlen a helyváltoztatás közben táplálkozó véglény esetében, annál nagyobb jelentősége van azonban itt, ahol a szegőhártya által keltett vízáramot annak alsó kanyarulata derékszögben megtörve balra tereli; így az oesophagus itt is, miként a Paraméciumnál a praestomium utolsó szakaszának folytatásába, az általa keltett táplálékáram irányába esik. A garattölcsér, dőlése szempontjából tehát vagy egyáltalában nem, (amint azt a sessilis Örvénylők esetében látjuk) vagy pedig — és ez a gyakoribb eset — csak közvetve alkalmazkodik a test csavarmenetes mozgásformájához.

A különleges táplálkozásmód alkatformáló és módosító hatása azonban nemcsak a közvetlen szájkörnyékre szorítkozik. Láttuk, hogy ebben a csoportban a homlokmező, teljesen csupasz volta miatt, a táplálék fölfogására nem alkalmas. Már most feltűnő, hogy itt nem képződött ki a Paraméciuméhoz hasonló fűrőt utánzó alkat sem, noha a *Cyclidium*ok a mozgás sebessége szempontjából semmivel se állanak a Paraméciumok mögött. Ez a tény is világosan igazolja azt a fentebbi állításunkat, hogy a Paramécium peristomális csatornája (és vele különleges fűrő formája) nem a közegellenállás csökkentése, hanem tisztán a vagilis táplálkozási mód érdekében képződött ki. Ebben a csoportban viszont a sessilis táplálkozásmóddal kapcsolatban tapasztalunk alkatmódosulást. A pelagikus fűrő-forgó mozgású véglények testének szabályos köralakú átmetszetére gondolva föltétlenül az ülő életmódra kell visszavezetnünk ezen csoport képviselőinek a dorsoventrálisan lapított testalkat kiképzésére való erős hajlandóságát, ami főleg a *Cristigera*-nemzetség tagjaira jellemző.

De szembetűnő elváltozásokat tapasztalunk a táplálkozó életfolyamatával közvetlen összefüggésben nem álló szervecskéken, a motorikus funkciójú közönséges testcsillókon is. Feltűnő, hogy ezen csoport tagjainak méreteikhez viszonyítva milyen hatalmasan fejlett, emellett azonban feltűnően gyér csillózatuk van. A csillók hosszúsága eléri a test szélességét s vastagságuk is viszonylag tetemes, úgy, hogy csaknem cirrusszerű megjelenésűek. Emellett valamennyi szerző megemlíti ezen csillókkal kapcsolatban azt, hogy azok időnként, az állat letelepedésekor, megmerevedésre képesek (KAHL: Spreitzbarkeit). Innen van az, hogy a szerzők általában semmi különlegeset nem látnak a *Cyclidium*-félék rendszeres letelepedésében; mivel ezt a viselkedésüket azonosítják a Paramécium közismert tigmotaktikus nyugalmi állapotával (BÜTSCHLI, CLAPARÈDE—LACHMANN, LEPSI, SCHOENICHEN, PENARD, KAHL stb.). Már eleve valószínűtlennek látszik azonban, hogy valahányszor az állat letelepszik, vagy pedig a helyét elhagyja, mindannyiszor megváltozzék a tengelyszál, esetleg a csilló plasmaourkának konzistenciája. Élő állatokon végzett megfigyeléseimre támaszkodva már egy régebbi dolgozatomban hangsúlyoztam, (1932) hogy ezek a csillók általában feszebbek, rugalmasabbak, mint a többi holotrichus végként közönséges csillói s ezt a tulajdonságukat állandóan, tehát az állat helyváltogatása közben is megtartják. E feltevés igazolására azóta több ízben alkalmaztam a GELEI-féle anilines festőeljárásoknak azokat a módoszatait, ahol a villámgyorsan ható rögzítőszer (formol-osmium, formol-sublimát, APÁTHY-féle keverék) a csillókat mozgásállapotukban mintegy megfagyasztja. A készítmények minden esetben azt mutatták, hogy a csillókat soha sem teljesen meggörbülten, hanem csak ívben kissé meghajolva érte a rögzítőszer. Ezek a vizsgálatok tehát világosan amellett szólnak, hogy a *Cyclidium*ok és rokon nemzetségek csillóinak esetében egy különleges, a Ciliáták világában általánosan elterjedt típustól nagy mértékben különböző mozgáselemekkel van dolgunk. Különleges voltuk hatalmas méretükben, az erős konzisztenciájú tengelyszálban s ennek következtében állandó feszes, rugalmas tartásukban nyilvánul. Megjelenés és működés szempontjából ez a csilló-típus inkább az Olygotrichusok csoportjában meglehetősen elterjedt, ú. n. ugróörtékre (*Halteria*) emlékeztet. Normális körülmények

között a testtől feszesen, rugalmasan elállanak: ilyenkor pihen az állat. Ha azonban különleges inger éri a szétterpesztett csillókat, azok töben mozogva, eleven csapkodásba kezdenek s a veszélyes helyről tovaragadják az állatot. A mozgásinger megszűntével ismét a testtől feszesen elálló nyugalmi állapotukba térnek, s a szétterpesztett csillók által lefékezett állat újra lehull az aljzatra.

Ennek a különleges csillózatnak a kiképződését egy új, a közönséges csilló hivatásával éppen ellentétes természetű feladat elvállalásával magyarázhatjuk. A csillóknak azért kellett hatalmasakká, rugalmasakká fejlődniök, hogy a táplálékfelvétel végett az aljzatra letelepedett állat rájuk támaszkodva helyben maradását biztosíthassa. A szétterpesztett csillók segítségével nagy felületen lehorgonyzott *Cyclidium*-ot vagy *Pleuronemát* a kibontott hatalmas szájszutorla legerőteljesebb csapkodása sem tudja helyéből kimozdítani. Az elmondottak megfontolása után nyilvánvaló, hogy nem csatlakozhatom ahhoz az általánosan elterjedt felfogáshoz, amely a *Cyclidium*-félék letelepedését teljes mértékben azonosítja a *Paramécium* tigmotaktikus nyugalmi állapotával. A *Paramécium* csak alkalomadtán, ha nagyobb baktérium vagy detritus halmazra akad, hagyja fel planktontikus életmódját; a *Cyclidium*-félék ezzel szemben időnként rá vannak kényszerítve a letelepedésre, mivel a szájszerkezet különleges kiképződése a szájszervek és közönséges testcsillók egyidejű működését lehetetlenné teszi. A *Paramécium*nak a közönséges typustól semmiben sem különböző csillói közül csak azok válnak mozdulatlanokká, amelyek az idegen tárggyal érintkezésbe kerülnek s ezek is valószínűen csak azért, mivel szabad mozgásukban gátolva vannak vagy talán azért, mert tappintást (kontaktus érzet) gyakorolnak; a többi csillók viszont — csökkent intenzitással ugyan — de ilyenkor is csapkodnak. A *Cyclidium*-féléknek a támasztás érdekében különlegesen differenciálódott csillói belső szerkezeti adottságuk folytán terpeszkednek szét és dermednek mozdulatlanokká, valahányszor hiányzik a mozgást kiváltó inger.

Sajátságos, hogy a szervezet a felmerült új feladatnak, az állat lehorgonyzásának az elvégzésére itt éppen a mozgási szolgáló szervecskéket állította be, még azon az áron is, hogy ezáltal az eredendőleg szolgált életjelenség rövidséget szenved-

dett. Könnyű belátni ugyanis, hogy a helyváltoztatás energia-szüksége szempontjából jóval előnyösebb és gazdaságosabb a rövid, hajlékony, mint a hosszú, mozgás közben is többé-kevésbé merev, s így főként tövéből mozgó csillótypus alkalmazása. Hogyan befolyásolhatná tehát a helyváltoztatás érdeke mint öncél a testalkat kiképződését, mikor ez az életfolyamat is a táplálkozás érdekeinek van alárendelve? Annál inkább kérdezhetjük ezt, hiszen ezen a csoporton belül lehetetlen fel nem ismerni egy olyan irányú törekvést, amely — a sessilis Spirotrichákhoz hasonlóan — a közvetlen táplálékszerzésben hasznavehetetlen helyváltoztató elemek erős redukciójában nyilvánul. Egy ilyen irányú folyamatra nemcsak ezen állatok általában feltűnően gyér csillózatából következtethetünk, hanem ezen túlmenőleg, bizonyos *Cristigera*-fajok esetében, több olyan példával találkozunk, ahol a testcsillók túlnyomó része már teljesen visszafejlődött, csupán a két polus közvetlen közelében, egy keskeny körkörös zónára szorítkozva maradtak fenn erősen megfoggyatkozott számban.

A szájtitorlás szájszerkezet jelentősége a törzsfejlődés szempontjából.

A Hymenostomaták fentebbi két, egymástól alkat és életmód szempontjából szélsőségesen különböző, de egymással mégis közvetlen származástani rokonságában, az előd és egyes leszármazott viszonyában álló csoportjának megismerése után egy kérdésnek kell szükségszerűen felmerülnie. Ha a holotrichus Örvénylők esetében tényleg a praeoralis testfelület kihasználásán alapuló pelagikus táplálkozásforma a legelőnyösebb, miért nem indult meg akkor az örvénylő életmód érdekében való alkat-módosulás már eleve a helyes és kedvező irányban azzal, hogy a száj hátratulódását azonnal nyomon követte a praestomálishoz kihúzott szájtölcsér besülyedése? Miért volt szükség arra, hogy a Hymenostomaták törzsfejlődésük kezdetén az örvénylő táplálkozást átmenetileg a paroralis szájtitorla, mint külső ütköző, kiképzésével oldják meg, mikor az ilyen elvek alapján felépített szájszerkezet látszólag egy lépéssel sem viszi közelebb a véglényszervezetet a végső szájszerkezeti typushoz, sőt annak szélsőséges formája végered-

ményben a holotrichus véglény morfológiai adottságával homlokegyenest ellenkező sessilis életmód kialakulásához vezet. Ennek a fejlődésmenetnek magyarázatát megkapjuk akkor, ha a formasorozat végén álló *Paramécium*-fajok szájtölcsérének szerepére gondolunk.

Tekintve hogy a véglényeknél a magasabbrendű Örvénylőkéhez hasonló szűrőkészülék még nem képződhetett ki, a sejtekre még nem tagolt pelagikus Örvénylő a csavarmenetes mozgása közben fellépő centrifugális erőt használja fel a táplálékszemcséknek a víztől való elkülönítésre. A praestomális teknő és a szájgödör által képezett tölcsérnek nem az a szerepe, hogy dőlése irányában az előreszáguldo véglény egyszerűen rámegy a táplálékra; a test beállítottsága — amint láttuk — helyváltoztatás közben olyan, hogy a szájtölcsérnek a mellső testvégig kihuzott belső (dorsalis) fala a viszonylagosan szembejövő víztömegre többé-kevésbé keresztben áll s így a táplálékrészecskék számára elsősorban ütköző, s egyben sűrítő területet alkot. A tölcsér falához mintegy odatapadt, s a vizáramtól elkülönített táplálék az állat haladásából kifolyólag a tölcsérben tehát magától nem igen halad hátrafelé, hanem csak akkor, ha megfelelően elrendezett sűrű csillóbunda sepri a száj irányába. A szájtölcsérnek nélkülözhetetlen tartozéka tehát a gazdag csillóbélés!

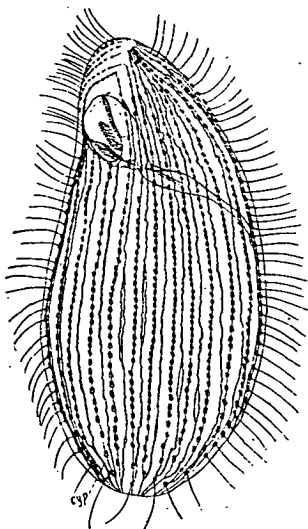
Ezzel a szükségszerű követelménnyel szemben áll azonban az a tény, hogy a Hymenostomaták közvetlen őseinek a Prostomatáknak, úgyszintén a Pleuronematidaféléknek, mint az átmenetet képező legprimitívebb Hártyásszájuaknak csillózata — különösen a csillósorok számát illetően — feltűnően gyér. Mármost tekintetbe véve azt, hogy az örvénylő életmódra való áttéréskor a szájníylásnak hátravándorlása — a szóbanforgó véglénycsoport ezüstvonalrendszerének elemzéséből, a hypostomia révén poststomálissá vált meridiánusok számából következtetve — a legnagyobb valószínűség szerint két hosszanti csillósor között ment végbe, (PÁRDU CZ, 1932, 1934), fel kell tételeznünk, hogy a legprimitívebb Hymenostomatáknál a praestomium eredendően teljesen csupasz volt, tehát ha tölcsérnek sülyedne is be, a tápláléknak hátrafelé való továbbítását még nem szolgálhatja. Megfelelően organizált praestomium hiányában a legprimitívebb

Hymenostomaták átmenetileg úgy segítettek magukon, hogy a praoralis, besülyesztett ütközőfelület helyett a száj mellett, mégpedig a forgásiránnyal ellentétes oldalon s egy kissé a száj mögé kanyarodólag egy külső ütközőt képeztek ki a hatalmas, parorális szájvitorla formájában. Ennek kiképzése már a legprimitívebb fokon is lehetséges volt, hiszen csak arra volt szükség, hogy egy már azelőtt is meglévő szájmelletti csillósornak mellső szakaszán a csillók megsűrűsödjenek és ebből kifolyólag unduláló hártává tapadjanak össze. Az ily módon kiképződött szegőmembranának elsődleges szerepe ugyanaz mint a praeoralisan kihuzott szájtölcsérnek: az állat, amint azt a *Cyclidium obliquum* esetében szépen megfigyelhetjük, fúró-forgó helyváltoztatása közben az állandóan kifeszített szájvitorlával szüntelen belekanalaz a viztérbe. Egy esetleg már ezen a fokon kiképződött s így szükségszerűen csupasz szájtölcsérrel szemben azonban megvan az az előnye, hogy hullámozó mozgásával a tápláléknak a szájbejárat felé való továbbítását is szolgálni tudja.

Amint fentebb láttuk, ez a szájszerkezet-typus — jólehet eredendően a pelagikus életmódhoz alkalmazkodva képződött ki, — további fejlődése során ennek az életmódnak a szolgálatára nem alkalmas. Éppen azért, annak ellenére, hogy a primitív fokon megállapodott Hymenostomata-nemzetségek egész sora megtartotta végleges táplálékfelfogó — ill. szélsőségesen kifejlődött formájában a Spirotrichákéval teljesen azonos funkciójú örvényszerv gyanánt, az ideális (pelagikus) holotrichus Örvénylőket lassanként kialakító fejlődésmeinet szempontjából mégis csak szükségmegoldásnak kell tekintelnünk. Eredeti hivatása csupán a másodlagos praestomium első kezdeményének fellépéséig maradt meg csorbíthatatlanul. Innen kezdve az elsődleges szájszerkezet (szájvitorla + haránt praoralis csillósorok) jelentőségét veszítve mindinkább háttérbe szorul s fokozatosan a testfelület szintje alá süllyedve, feladata végezetül a frontalis, teknőszerűen besülyedt csillómező (másodlagos praestomium) által felfogott tápláléknak a száj felé való továbbításában merül ki.

*Átmeneti alakok a szájvitorlás és a besülyesztett szájszerkezetű
Örvénylő-typus között.*

A sessilis és pelagikus életmódot folytató holotrichus Örvénylők között minden tekintetben közbülső helyzetet foglal el a Hymenostomatáknak legtöbb, eddigi fejtegetéseink során még nem említett nemzetsége. A táplálékfelvétel idejére ezek már nincsenek az aljzaton egy helyhez kötve, mint a *Pleuromatida*-félék, de nem is élnek a Paraméciumhoz hasonló szabad, planktonikus, szabályos fúró-forgó mozgás közben táplálkozó életmódot. A szájszerkezet felépítését illetően



4. ábra.

Colpidium campylum sublimát-ezüstöző eljárás után. Jól látható a garattölcsér mélyülete a három szájgödri membranellával. 1500 \times nagyítás. (Rajzolta Dr. GELEI JÓZSEF).

közösen jellemző mindegyikükre (l. 4. ábra): 1. a parorális csillósorok egy része a száj előtti varratvonalon már egyesült egymással, tehát a Paramécium peristomájának funkcionális előfutárja, a még csatornává be nem sülyedt csillós homlokmező, — ha kisebb területen is — de már kiképződött. 2. A praeorális szájgödri csillózat már synciliáris képződmények formájában jelentkezik s ha ezek a jellegzetesen itt is hármas számban fellépő ú. n. szájgödri membranellák nem is érik még el a Paramécium peniculusának és négyosztatú membranájának méreteit, mégis jelentékeny előrehaladást jelentenek a *Pleuromatida*-félék gyér praeorális csillózatával összevetve.

3. A *Pleuromatida*-félék paroralis, hatalmas szájvitorlájának és a Paramécium endorális membranájának megfelelő testtájékon itt is találunk szegőhártyát közbülső fejlettségi állapotban. Bár jóval alacsonyabb, mint pl. a *Cyclidium* szájvitorlája, felső vége sem éri el az elülső polust s ezenfelül hiányzik az alsó szájmögötti, zsebszerű kanyarulata is, a test méreteihez viszonyítva azonban mégis jóval fejlettebb, mint a Paramécium endorális membranája. 4. Végezetül a testfelületnek közvetlenül a szájnylás előtti membranellás szakasza ezeknél az állatoknál már csaknem mindenütt besülyedt, úgy hogy a membranellák itt már egy valóságos szájgödör mélyén találhatók. Míg azonban a Paraméciumnál a sülyedés, amint láttuk, a száj távolabbi környezetére is kiterjedt (vestibulum), és az endorális membranát is magával ragadta, itt tisztán a szájelőtti membranellás szakaszra szorítkozik s a paroralis szegőhártya a szájgödör jobboldali külső pereméről emelkedik ki. Sőt a *Cyclidium*-félékhez legközelebb álló *Uronema*-nemzettségén még azt látjuk, hogy a membranellák is csak egy alig észrevehetően a felszín alá sülyedt lapos horpadásban foglalnak helyet.

Tekintve, hogy a szájszerveknek — a szájhoz viszonyított helyzetük alapján az előzőkben egymással élesen szembe állított — két csoportja közül egyik sem tudott még döntő úramhoz jutni, a táplálékfelvétel, a morfológiai adottságoknak megfelelően, a prae- és paroralis csillófelszerelés egyidejű és azonos mértékű igénybevitelével játszódik le. A táplálékrészecskék sodrásában már mindenütt résztvesznek — szemben a *Pleuromatida*-félékkel — a közönséges paroralis lefutású elől összehajló csillósorok is, a legfontosabb feladat azonban mégis a jelentékeny méretű s a szájgödörbe még be nem sülyedt szegőhártya, továbbá a még lapos szájgödörből messze kiemelkedő szájgödri membranellák együttes működésére hárul.

A szájvitorla mértékcsökkenésével annak kizárólagos szerepe is megszűnt, de egyuttal megszűnt az az ok is, ami a hártáásszájú Holotrichusokat a táplálékfelvétel idejére letelepedésre és helytmaradásra kényszerítette. Az *Uronema*- és *Loxocephalus*-nemzettség tagjai ugyan még letelepednek időnként az aljzatra a *Cyclidium*okéhoz hasonló de viszonylagosan kisebb méretű csillóik segítségével, de a praeoralis testcsillók itt már

ilyenkor is szüntelenül csapkodniak, résztvesznek tehát az örvénykeltés munkájában. A holotrichus szervezet innen kezdve — a szegélyhártya csökkent mérete s csapóajtós működése folytán ha fúró-forgó mozgás közben még nem is, — de már helyváltoztatás közben képes táplálékfelvételre. A többi ide tartozó nemzetség (*Cinetochilum*, *Saprophilus*, *Colpidium*, *Glaucoma*, *Monochilum*, *Ophryoglena* stb.) a nagyjában azonos felépítésű szájszerkezetet a legváltozatosabb módon használja fel a táplálék megszerzésére. Többnyire aljzaton való mászkálás, hintázó mozgás, ritkábban a test hossz tengelye körüli gyors pergésük közben a szájmembranellák csapóajtó- vagy fogóújszerű együttműködése vagy kanálszerű használata segítségével gyömöszölik a garatba az odasodort vagy az aljzatról lekapart táplálékot. Ez a véglény-csoport tehát lefelé az Uronemával, felfelé pedig a Glaucoma-félékkel éles határ nélkül átmeny az előzőekben tárgyalt két másik élettani csoportba.

Irodalom.

ALVERDES, F. (1925): Spezielle Physiologie der Flimmer u. Geisselbewegung. Hdb. d. norm. u. pathol. Physiologie. Bd. 8.

BULLINGTON, W. E. (1925): A study of spiral movement in the Ciliate Infusoria. Arch. f. Protistenk. Bd. 50.

DOFLEIN—REICHENOW: Lehrbuch der Protozoenkunde. 5. Aufl. Jena. 1927/28.

GELEI, J. (1926): Cilienstructur und Cilienbewegung. Verh. d. Deutsch. Zool. Ges. Jahresvers. zu Kiel. Bd. 31.

GELEI, J. (1928): Zum physiologischen Formproblem der Wasserorganismen. Archivum Balatonicum II.

GELEI—HORVÁTH (1931): Die Bewegungs- und reizleitenden Elemente bei *Glaucoma* und *Colpidium*. Arb. d. Ung. Biol. Forschungsinstitutes. Bd. 7.

GELEI, J. (1932): Eine neue Goldmethode zur Ciliatenforschung und eine neue Ciliate. Arch. f. Protistenk. Bd. 77.

GELEI, J. (1934): Az ázalékállatkák garatjának alkata. Math. és Term. Tud.-i Értesítő. Bd. 51.

HORVÁTH P. (1934): Egy új Hymenostomata-véglény Szeged környékéről. Acta Biologica.

KAHL, A. (1930—33): Urtiere oder Protozoa I. Wimpertiere oder Ciliata. In Dahl's Tierwelt Deutschlands.

KALMUS, H. (1931): *Paramecium*. Jena.

LUDWIG, W. (1930): Zur Theorie der Flimmerbewegung. Z. Vergl. Physiologie. Bd. 13.

PÁRDUCZ B. (1932): Egy kevésé ismert Hymenostomata-fajalkata és rendszertani helyzete. A math. és term. tud.-i karhoz beadott pályamunka.

PÁRDUCZ B. (1933): Adatok a Hymenostomaták leszármaztatásához és rendszerezéséhez. A math. és term. tud.-i karhoz beadott pályamunka.

PÁRDUCZ B. (1934): Az *Uronema marinum* alkata, különös tekintettel az ezüstvonalrendszerre. Acta Biologica. Bd. 5.

PÁRDUCZ B. (1935): A sessilis életmód egy különleges változata a Csillósok világában. Előadva a M. Kir. Ferencz József-Tudományegyetem Barátainak Egyesülete 163-ik szakülésén.

Das Entstehen der strudelnden Ernährungsweise in der Gruppe Hymenostomata.

(Mit 4. Abb. im ung. Text).

Das Einstrudeln der Nahrung ist mit der Rückwärtswanderung der Mundspalte eng verbunden. Die Hypostomie selbst bedeutet aber noch keinen Vorzug im Interesse einer Ernährung durch Strudeln. Liegt nämlich der Mund auch im Falle einer Hypostomie in der Ebene der Körperoberfläche, so gleitet die bewegte Nahrung immer noch unbehindert am Munde vorbei, genau so, wie bei einem apicalen Mund. Eine Gelegenheit für das Einstrudeln ist erst dann geschaffen, wenn sich der prästomale Teil des Ventralfeldes samt dem Munde einsenkt und dasselbe zugleich eine, dem Munde zu immer mehr vertiefte Mulde bildet. In der Weise könnte das Tier während seiner Schraubenbewegung die Nahrungspartikelchen mittels einer grossen Körperoberfläche (das ist die praestomale Mulde) sammeln, kondensieren und zugleich durch die Mundöffnung ins Körperinnere befördern. Bei der Gruppe Hymenostomata, welche infolge ihres holotrichen Zustandes pelagische Lebewesen zusammenfasst, entsteht schliesslich am Ende der Phylogenese in der Tat eine derartige praestomale Mulde, die,

wie es uns *Paramecium* lehrt, tatsächlich während der Bewegung verwertet wird. Die Bildung und die Verwertung einer derartigen Mulde wird aber vorderhand im Laufe der Stammesgeschichte durch einen wichtigen Umstand beeinflusst bzw. verhindert. Bei den Ciliaten fehlt nämlich im allgemeinen ein Siebapparat, wie er bei den strudelnde Metazoen auftritt, überhaupt. Die strudelnde Ciliate benützt für die Absonderung der Nahrungspartikelchen die Centrifugalkraft, die im pelagischen Zustand infolge der Schraubenbewegung, an sessilen Tiere dagegen infolge des verursachten Wirbels vor der Mundgrube entsteht. Die trichterförmige prästomale Mulde bildet sich nicht deshalb aus, damit die Ciliate eventuell in die Richtung der Schraubenbahn eingestellt, einfach direkt auf die Nahrung losgeht. Im Gegenteil, die Längsachse des Trichters ist während der Bohrbewegung mehr oder minder quer zur spiralen Bewegungsbahn eingestellt (s. Abb. 1.), in der Weise, dass die Nahrung an die Dorsalwand des Trichters anstösst, und dort verdichtet wird. Daraus folgt, dass die Nahrung in der quergestellten Mulde nicht von selbst zur Mundöffnung gelangt, sondern aktiv durch eine Cilienrichtung nach hinten gefegt wird. Wir sehen also, dass ein dichtes Cilienkleid unentbehrlich im Mundtrichter ist!

Wenn wir nun die primitivsten Hymenostomata, nämlich die Pleuronemiden (s. Párducz, 1935) betrachten, so fällt uns einerseits auf, dass diese Tiere mit wenigen und schütterstehenden Cilienmeridianen versehen sind; anderseits bemerken wir bald auch die weitere, äusserst wichtige Tatsache, dass die Rückwärtswanderung des Mundes genau zwischen zwei benachbarten Cilienmeridianen erfolgte (Párducz, 1932, 1933, 1934) dass also der Mund eigentlich keine Cilienreihe unterbricht. Infolge dessen ist es klar, dass das Prästomium in Urzustand vorderhand kahl war. Wenn also hier auf Grud der oben Ausgeführten ein Trichter entstanden wäre, so würde ihm vorderhand eine Bewegungsapparat, der erwähnte Cilienbesatz, im Interesse des Rückwärtsschiebens der Nahrung, fehlen.

Im Mangel dieser prästomalen Organisation haben sich die Ur-Hymenostomen (*Pleuronematidae*, *Lembidae*, *Philasteridae*) in der Weise geholfen, dass sie statt eines Trichters, seitlich von dem Munde, und zwar dem Windungs-

sinn der Schnaubenbahn immer entgegengesetzt eine äussere Stossfläche in Form eines paroralen Segels gebildet hatten, welche nach hinten den Mund auch taschenartig umgreifen kann (s. Abb. 2. und 3). Diese Paroralfahne konnte schon an der primitivsten Stufe entstehen, da hierfür nichts anders nötig war, als dass sich die nächste betreffende Cilienreihe etwas verdichtet, verklebt und sich eventuel bloss mundständig ausbildet. Statt eines eingebuchteten Organs entsteht also ein gleich wie auf die Körperoberfläche aussen aufgebauter Trichter, der während der Schraubenbewegung genau so löffelförmig arbeitet als die Mulde des Parameciums (*Cyclidium obliquum*). Ja diese Segelmembran kann auch noch mehr leisten als ein kahles prästomales Feld, indem ihre Wellenbewegung aktiv die Nahrung direkt nach hinten schiebt.

Cyclidium obliquum (Abb. 2) zeigt weiterhin, dass solange die Segelmembran niedrig ist, dieselbe auch während der Schraubenbewegung ihre Rolle ausfüllen kann, obwohl dadurch infolge der nicht unbeträchtlichen Reibung, die Vorwärtsbewegung stark beeinträchtigt wird. Je grösser aber dieser Segel und je stärker seine hintere Bucht ist, desto stärker verhindert er die Vorwärtsbewegung und damit eine ständige pelagische Lebensweise. Wir können erst damit erklären, warum einige holotriche Lebewesen schon auf dieser niederen Stufe ihre pelagische Ernährungsweise einstellten, und damit auf alle Vorzüge eines automatischen, mit der Vorwärtsbewegung verbundenen Nahrungserwerbes verzichteten.

Wir können nämlich schon bei *Cyclidium obliquum* feststellen, dass sich das Tier von Zeit zu Zeit niederlässt und dabei die Saummembran als ein aktives Strudelorgan benützt. Bei den meisten Cyclidien, sowie den verwandten Pleuronematiden, Lembiden und Philasteriden werden die beiden Leistungen, nämlich die Fortbewegung und die Erwerbung der Nahrung von einander getrennt und unabhängig gemacht, indem sich das Tier eine besondere sessile Lebensweise aneignet. Von *Cyclidium glaucoma* kann man nämlich feststellen, dass sich das Tier während der Bewegung überhaupt nicht ernährt, da in zwischen die Segelmembran zusammengeklapt über den Mund gelegt wird. Erst wenn das Tier seine Bewegung einstellt und sich mit seinen besonderen gespreizten Cilien verankert, ent-

faltet sich die Segelmembran und entsteht ein für festsitzende Lebewesen bezeichnender Strudel vor und um den Mund. In der Weise wird nicht nur die Hinderung der Fortwärtsbewegung behoben, sondern es hat auch die Nahrungsaufnahme etwas dabei gewonnen, da sich nun das selbstständig gewordene Strudelorgan unbegrenzt entwickeln konnte.

Wir sehen, dass dieser Mundsegel, obwohl sich derselbe zuerst zur pelagischen Lebensweise herausbildete, in seiner extremsten Ausbildung nicht einer pelagischen Lebensweise dienen konnte und daher, obwohl sie verbreitet auftritt, doch als etwas in äusserster Not entstandenes, in einem idealen holotrichen Zustand als eine Notleistug, betrachtet werden soll.

Die Mehrheit der Hymenostomata blieb nämlich bei dieser besonderen sessilen Lebensweise nicht stehen, sondern änderte und vervollkommnete diesen Mundapparat in der Weise, dass derselbe auch während der Schraubenbewegung zum Nahrungserwerb verwendet werden konnte, — ohne selbst die Bewegung zu hindern.

Um diese neue Lebensweise zu verwirklichen, gab der primäre Mundapparat (Mundsegel + die später auftretenden präoralen, quergestellten Cilien) seine oberflächliche Lage auf und sank allmählich in die Tiefe während sich der Mundsegel etwas zurückbildete und die präoralen Cilien sich zur Membranellen verstärkten. Seine Rolle eines Fang- und Verdichtungsapparates wird langsam aufgegeben und nur als weiterbeförderndes Organ der schon gefangenen Nahrung erhalten. Statt dessen wird seine ursprüngliche Rolle durch das langsam hervortretende frontale Cilienfeld, also durch das sekundäre Prästomium ersetzt.

Dieses Frontalfeld, entstanden durch das prästomale Zusammenstossen der ursprünglich rein meridional gerichteten paroralen Cilienreihen, wird schliesslich quer auf die Schraubenbahn gestellt, und als eine, mit Cilien dicht bedeckte Mulde eingestellt. Diese arbeitet am Ende der Hymenostomata-Entwicklungsreihe auch als eine Stossfläche, bildet aber infolge ihrer tiefen Lage in der Bewegung kein Hinderniss, im Gegenteil, sie kann, wie das uns Paramecium lehrt, auf Grund ihrer präoralen Lage auch im Interesse der Ortsveränderung dienen.

Wir können demgemäss *Cyclidium glaucoma* und das

Paramecium als zwei Gegensätze einander gegenüberstellen, wo zwischen den echten sessilen und der idealen pelagischen Ernährungsweise auch Übergänge gefunden werden konnten (PÁRDUCZ, 1932). An diesen Übergangsformen (*Uronema*, *Loxocephalus*, *Cinetochilum*, *Saprophilus*, *Colpidium*, *Glaucoma*, *Monochilum*, *Oprioglana*, *Disematostoma*, *Frontania* usw.) sehen wir die stufenweise Einsenkung des Mundapparates, die Rückbildung der Segelmembran, die Vergrößerung der präoralen Membranellen, und die Ausbildung des frontalen Cilienfeldes infolge der fortschreitenden Nachtbildung der ursprünglich längsgerichteten paroralen Cilienreihen.

Vorderhand ist die Ausdehnung dieses Frontalfeldes noch unbedeutend und es ist zugleich uneingebuchtet. Daher sind diese Übergangstypen noch keine echten Pelagialtiere, sondern sie benehmen sich vorderhand mehr oder minder thigmotaktisch. Sie gleiten und kriechen an der Unterlage und an den Gegenständen herum, und kratzen und fegen dabei mit den hervorstehenden Mundmembranellen und präoralen Cilien die auf der Oberfläche sich anhäufende, Kleinnahrung. —